

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-334455

(43)Date of publication of application : 02.12.1994

(51)Int.Cl.

H03G 3/10

H03G 11/00

H03G 11/08

(21)Application number : 05-120136

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 21.05.1993

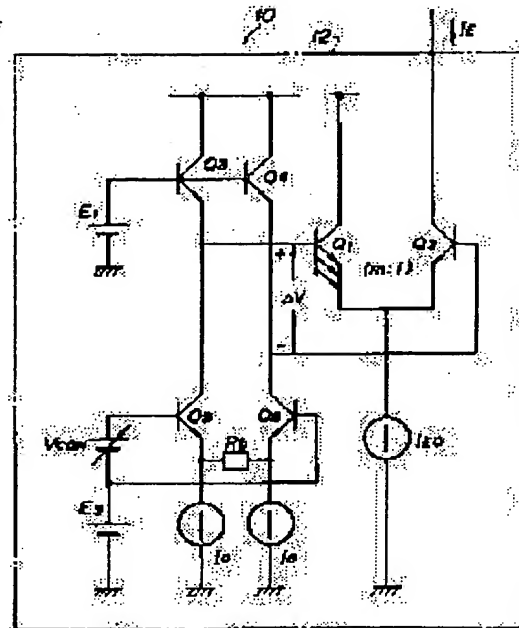
(72)Inventor : YANO TAKASHI

(54) VARIABLE GAIN AMPLIFIER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the variable gain amplifier controlled to a linear gain of an output voltage with respect to a control voltage.

CONSTITUTION: An emitter size of transistors (TRs) Q1, Q2, that is, a junction area ratio between an emitter and a base is formed to be $m:1$ and a control current I_E in response to a potential difference ΔV resulting from applying logarithmic transformation to a variable control voltage V_{CON} and a junction area ratio of the TRs Q1, Q2 flows to a collector of the TR Q2. The control current I_E is selected to be a control current for the gain variable amplifier to obtain an output voltage from an output of the variable gain amplifier. In this case, the junction area ratio between the emitter and base is selected so that a gain $G(\text{dB})$ of the output voltage is linear.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3202100

[Date of registration] 22.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-334455

(43)公開日 平成6年(1994)12月2日

(51)Int.Cl.⁵H 0 3 G 3/10
11/00
11/08

識別記号

庁内整理番号

D 7350-5 J
B 9067-5 J
9067-5 J

F I

技術表示箇所

参考

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平5-120136

(22)出願日

平成5年(1993)5月21日

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 矢野 孝

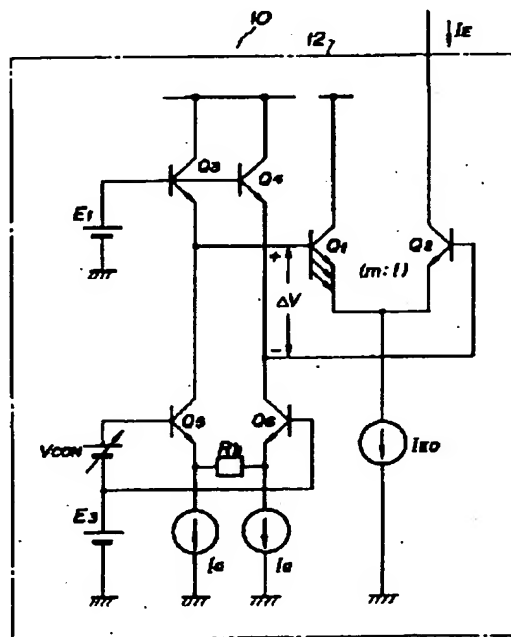
埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写
真フイルム株式会社内

(74)代理人 弁理士 香取 孝雄

(54)【発明の名称】 利得可変増幅器

(57)【要約】

【目的】 制御電圧に対する出力電圧の利得が線形になるように制御することができる利得可変増幅器を提供。

【構成】 トランジスタQ1、Q2のエミッタサイズすなわちエミッターベース間の接合面積比が $m:1$ で構成され、トランジスタQ2のコレクタには可変の制御電圧 V_{CON} が対数変換された電位差 ΔV とトランジスタQ1、Q2の接合面積比に応じた制御電流 I_1 が流れる。この制御電流 I_1 を利得可変増幅器における制御電流とすることで、利得可変増幅器の出力から出力電圧 V_{OUT} が得られる。このとき、エミッターベース間の接合面積比は出力電圧 V_{OUT} の利得 G (dB)が線形になるように選択されている。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号の電圧を制御入力に印加される可変の制御電圧に応じた利得にて増幅する利得可変増幅器において、該利得可変増幅器は、

前記入力信号の電圧を制御電流に応じた利得にて増幅する増幅手段と、

前記可変の制御電圧に応じて、前記増幅手段の制御入力を流れる制御電流を制御する制御手段と、

前記増幅手段にて増幅された信号を出力する出力手段とを有し、

前記制御手段は、

エミッターベース間の接合面積が異なる1対の第1および第2のトランジスタであって、該第2のトランジスタに前記可変の制御電圧に応じた制御電流が流れる差動回路を構成する1対の第1および第2のトランジスタと、前記可変の制御電圧を対数変換した電位差のベース電圧を前記第1および第2のトランジスタに印加する制御回路とを有し、

前記第1および第2のトランジスタは、前記増幅手段における増幅電圧の利得が前記可変の制御電圧に対して線形となるように前記エミッターベース間の接合面積の比が選択されていることを特徴とする利得可変増幅器。

【請求項2】 請求項1に記載の利得可変増幅器において、前記制御回路は、前記可変の制御電圧を対数変換する第3および第4のトランジスタを備え、該第3および第4のトランジスタは、該変換された制御電圧の電位差を前記第1および第2のトランジスタのそれぞれのベースに与えることを特徴とする利得可変増幅器。

【請求項3】 請求項1に記載の利得可変増幅器において、前記増幅手段は、差動増幅回路にて構成されていることを特徴とする利得可変増幅器。

【請求項4】 請求項1に記載の利得可変増幅器におい

$$G_v = R_L I_0 / R_L I_1 \quad [V/V] \quad \dots (1)$$

て表わされる。

【0006】コントロール回路2は、トランジスタQ17のコレクタには正電圧が印加され、トランジスタQ18のコレクタは、トランジスタQ15およびQ16のエミッタ側に接続され、トランジスタQ18のコレクタには制御電流 I_1 が流れる。トランジスタQ17のベースには電圧 E_3 と可変の制御電圧 V_{con} が印加され、トランジスタQ18のベースには電圧 E_3 が印加されている。トランジスタQ17およびQ18のそれぞれのエミッタは、抵抗 R_3 を介して互いに接続されるとともに、それぞれ定電流源 I_1 を介して接地されている。

【0007】この場合、制御電流 I_1 は、

【0008】

$$[数2] \quad I_1 = V_{con} / R_3$$

で表わされ、これを式(1)に代入すると、

【0009】

$$[数3] \quad I_1 \propto V_{con}$$

て、前記第1のトランジスタおよび前記第2のトランジスタは、エミッターベース間の接合面積の比が3ないし4に設定されていることを特徴とする利得可変増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、利得を可変の制御電圧により制御する利得可変増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術】図4には従来の利得可変増幅器1が示されている。同図においてトランジスタQ11、Q13、Q14の各コレクタには正電圧が共通に印加され、トランジスタQ12のコレクタには抵抗 R_L を介して正電圧が印加されている。トランジスタQ11、Q12の各エミッタは共通にバイアス電流源 I_0 を介して接地され、トランジスタQ12のコレクタと抵抗 R_L の間から出力電圧 V_{out} が得られる。

【0003】トランジスタQ13、Q14の各ベースには電圧 E_1 が共通に印加され、そのエミッタはそれぞれトランジスタQ12、Q11のベースに接続されるとともに、トランジスタQ15、Q16のコレクタにそれぞれ接続されている。トランジスタQ15のベースには電圧 E_2 と入力電圧 V_{in} とが印加され、トランジスタQ16のベースには電圧 E_2 が印加されている。トランジスタQ15、Q16の各エミッタは、それぞれ同一値の抵抗 R_2 を介してコントロール回路2に接続され、可変の制御電圧 V_{con} に応じた制御電流 I_1 により制御されて、入力電圧 V_{in} が可変利得増幅される。

【0004】このような構成の利得可変増幅器では、出力電圧 V_{out} の利得 G_v 〔V/V〕は、

【0005】

【数1】

の関係となる。また、式(1)に示す利得 G_v の単位は〔V/V〕で表わされているので、これを〔dB〕の単位で表すと式(5)のようになる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の利得可変増幅器1におけるコントロール回路2では、制御電流 I_1 が制御電圧 V_{con} に比例し、また、式(1)に示すように利得 G_v 〔V/V〕が制御電流 I_1 の逆数に比例するので、式(5)および図5に示すように、制御電圧 V_{con} に対する出力電圧 V_{out} の利得 G_v 〔dB〕が制御電流 I_1 の逆数の対数に比例し、したがって、利得可変増幅器1における利得 G_v 〔dB〕が非線形になるという問題点があった。

【0011】本発明は上記従来の問題点に鑑み、制御電圧に対する出力電圧の利得が線形になるように安定して制御することができる利得可変増幅器を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、入力信号の電圧を制御入力に印加される可変の制御電圧に応じた利得にて増幅する利得可変増幅器において、この利得可変増幅器は、入力信号の電圧を制御電流に応じた利得にて増幅する増幅手段と、可変の制御電圧に応じて、増幅手段の制御入力を流れる制御電流を制御する制御手段と、増幅手段にて増幅された信号を出力する出力手段とを有し、制御手段は、エミッターベース間の接合面積が異なる1対の第1および第2のトランジスタであって、この第2のトランジスタに可変の制御電圧に応じた制御電流が流れる差動回路を構成する1対の第1および第2のトランジスタと、可変の制御電圧を対数変換した電位差のベース電圧を第1および第2のトランジスタに印加する制御回路とを有し、第1および第2のトランジスタは、増幅手段における増幅電圧の利得が可変の制御電圧に対して線形となるようにエミッターベース間の接合面積の比が選択されていることを特徴とする。

【0013】この場合、制御回路は、可変の制御電圧を対数変換する第3および第4のトランジスタを備え、この第3および第4のトランジスタは、この変換された制御電圧の電位差を第1および第2のトランジスタのそれぞれのベースに与えるといふ。

【0014】また、増幅手段は、差動増幅回路にて構成されているといふ。

【0015】また、第1のトランジスタおよび前記第2のトランジスタは、エミッターベース間の接合面積の比が3ないし4に設定されているといふ。

【0016】

【作用】本発明では、可変の制御電圧を対数変換した電位差のベース電圧が1対の第1および第2のトランジスタに印加され、また、増幅手段における利得が線形となるように1対の第1および第2のトランジスタのそれぞれの接合面積の比が選択されている。これにより、第2のトランジスタを流れる制御電流にて、増幅手段における利得が制御される。

【0017】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の実施例を説明する。図2を参照すると、本発明が適用される利得

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_T \ln \{ \{ I_1 + (V_{con}/R_b) \} / \{ I_1 - (V_{con}/R_b) \} \} \\ &= V_T \ln \{ (1 + kV_{con}) / (1 - kV_{con}) \} \quad \dots (2)\end{aligned}$$

但し、 $V_T = KT/q$

(k はボルツマン定数、 T は温度、 q は電子1個の電荷量)

$$1/I_1 R_b = k$$

($-1/k < V_{con} < 1/k$) この電位差 ΔV のベース電圧がトランジスタQ1およびQ2のそれぞれベースに印加されることにより制御電流 I_1 が得られ、この場合の電位差 ΔV と制御電流 I_1 の関係は式(3)の示すよ

可変増幅器の一実施例が示されている。この利得可変増幅器10は、印加される可変の制御電圧 V_{con} に応じて、入力信号に対応する入力電圧 V_{in} を可変利得増幅する増幅器である。なお同図に示した利得可変増幅器10のうちコントロール回路12を除いて、図4に示した可変利得増幅器1からコントロール回路2を除いた構成と同じ構成でよい。この利得可変増幅器10におけるコントロール回路12を詳述すると、コントロール回路12は、図1に示すようにトランジスタQ1およびQ2を備え、このトランジスタQ1およびQ2のエミッタサイズ(エミッタ個数)すなわちエミッターベース間の接合面積比が $m:1$ (m は整数でなくてもよい。)にて構成されている。トランジスタQ1、Q3およびQ4の各コレクタには正電圧が印加され、このトランジスタQ2のコレクタは、図2に示す抵抗 R_1 を介してトランジスタQ15およびQ16のそれぞれのエミッタに接続される。

【0018】図1に戻って、トランジスタQ1およびQ2の各エミッタは、共通にバイアス電流源 I_{10} を介して接地されている。トランジスタQ2のエミッタには、後述するように、可変の制御電圧 V_{con} が対数変換された電位差 ΔV とトランジスタQ1およびQ2の接合面積比に応じた制御電流 I_1 が流れる。したがって、図2に示したトランジスタQ12のコレクタと抵抗 R_1 の間から出力電圧 V_{out} が得られる。

【0019】トランジスタQ3およびQ4の各ベースには電圧 E_1 が共通に印加され、そのそれぞれのエミッタは、それぞれトランジスタQ1およびQ2のベースに接続されるとともに、トランジスタQ5およびQ6のコレクタにそれぞれ接続されている。トランジスタQ5のベースには電圧 E_2 と可変の制御電圧 V_{con} とが印加され、トランジスタQ6のベースには電圧 E_2 が印加されている。トランジスタQ5およびQ6の各エミッタは、抵抗 R_2 を介して互いに接続されるとともに、それぞれ定電流源 I_2 を介して接地されている。

【0020】このような構成の利得可変増幅器では、制御電圧 V_{con} は式(2)に示すようにトランジスタQ3およびQ4により対数変換され、トランジスタQ1およびQ2の各ベースの電位差 ΔV に変換される。

【0021】

【数4】

うになり、制御電流 I_1 は自然対数の底 e の電位差 ΔV 乗に対して、上記トランジスタQ1およびQ2のエミッターベース間の接合面積比 m を乗算した値の逆数で表わされる。

【0022】

【数5】

$$I_1 = I_{e0} / (1 + m e^{\frac{\Delta V}{V_T}}) \quad \dots (3)$$

したがって、制御電圧 V_{con} と制御電流 I_1 との関係は、式 (3) に式 (2) を代入すると、式 (4) のようになる。

$$I_1 = I_{10} / [1 + m \{ (1 + KV_{con}) / (1 - KV_{con}) \}] \quad \dots (4)$$

ここで、式 (1) に示す利得 G_1 の単位は $[V/V]$ で表されているので、これを $[dB]$ の単位で表すと、

$$\begin{aligned} G(dB) &= 20 \log (R_L I_0 / R_1 I_1) \\ &= 20 \log (R_L / R_1) + 20 \log (I_0 / I_1) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

となる。

【0025】そこで、式 (5) の第2項に式 (4) を代入し、 $m=1, 3, 4, 9$ をパラメータとして利得 $G(dB)$ をプロットすると図3に示すようになり、同図から明らかに $m=3 \sim 4$ の場合に式 (5) の第2項が制御電圧 V_{con} に対してほぼ直線的に変化している。なお、式 (5) の第1項は制御電圧 V_{con} にかかわらず一定であるので、利得 $G(dB)$ は制御電圧 V_{con} に対してほぼ直線的に変化する。

【0026】したがって、図2に示した利得可変増幅器10のコントロール回路12を図1に示すように構成することにより、制御電圧 V_{con} に対する出力電圧の利得が直線的に変化して線形となる利得可変増幅器を構成することができる。

【0027】また、本発明によれば、式 (5) には温度 T により大きく影響を受けるトランジスタやダイオードのようなパラメータが含まれていないので、利得 $G(dB)$ は温度 T に対して安定しているという効果を有する。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、可変の制御電圧を対数変換した電位差のベース電圧が1対の第1および第2のトランジスタに印加され、また、この1対のトランジスタのエミッターベース間の接合面積

【0023】

【数6】

【0024】

【数7】

の比が所定の値に選択されているので、増幅手段における利得が線形となるように、制御電流が生成される。したがって増幅手段は、制御手段にて生成された制御電流に応じた利得にて、入力された信号を増幅して、出力電圧の利得が線形となるように動作することができる。さらに、この場合、温度の変化に対して安定した利得可変増幅器を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る利得可変増幅器におけるコントロール回路の一実施例を示す回路図である。

【図2】本発明に係る利得可変増幅器の一実施例を示す回路図である。

【図3】図1に示したコントロール回路におけるエミッターベース間の接合面積比毎の利得可変増幅器における利得を示すグラフである。

【図4】利得可変増幅器の従来例を示す回路図である。

【図5】従来の利得可変増幅器における利得を示すグラフである。

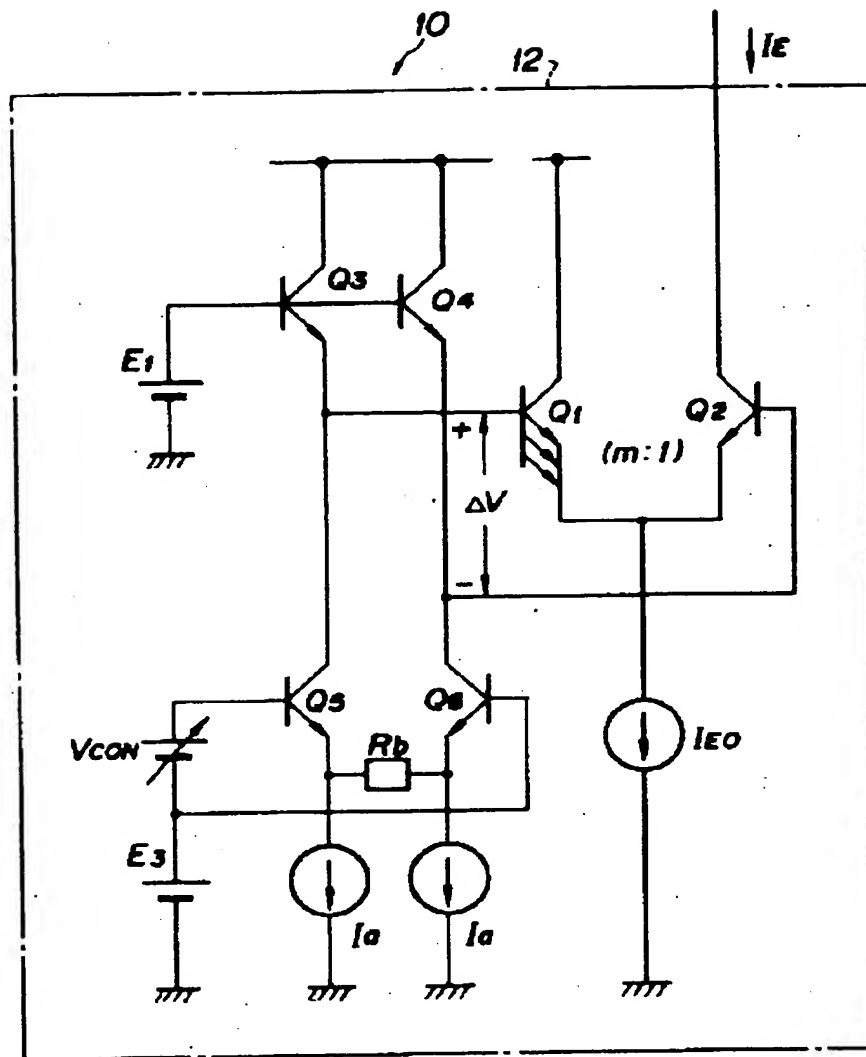
【符号の説明】

Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6 トランジスタ

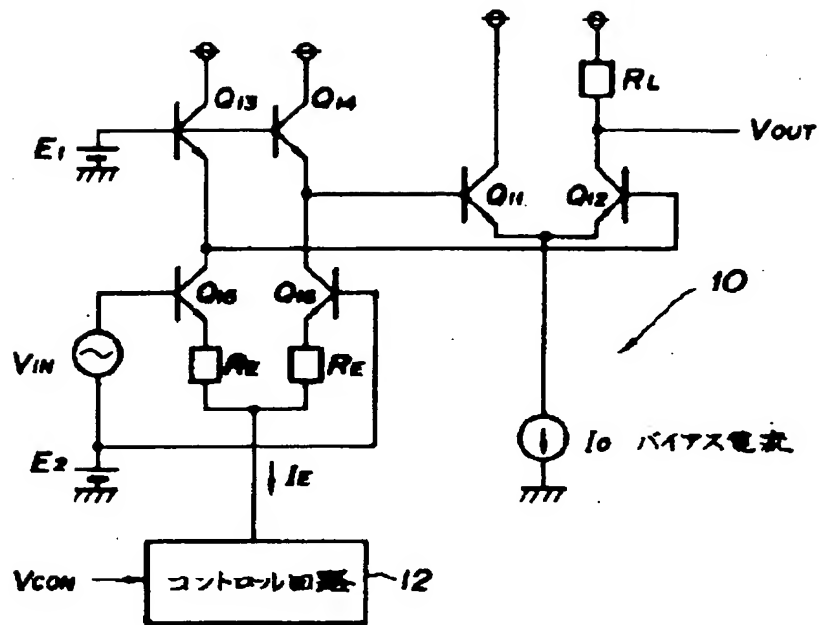
V_{con} 制御電圧

I_1 制御電流

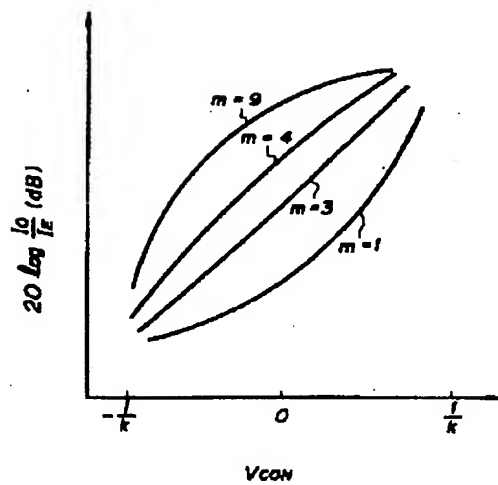
【図1】



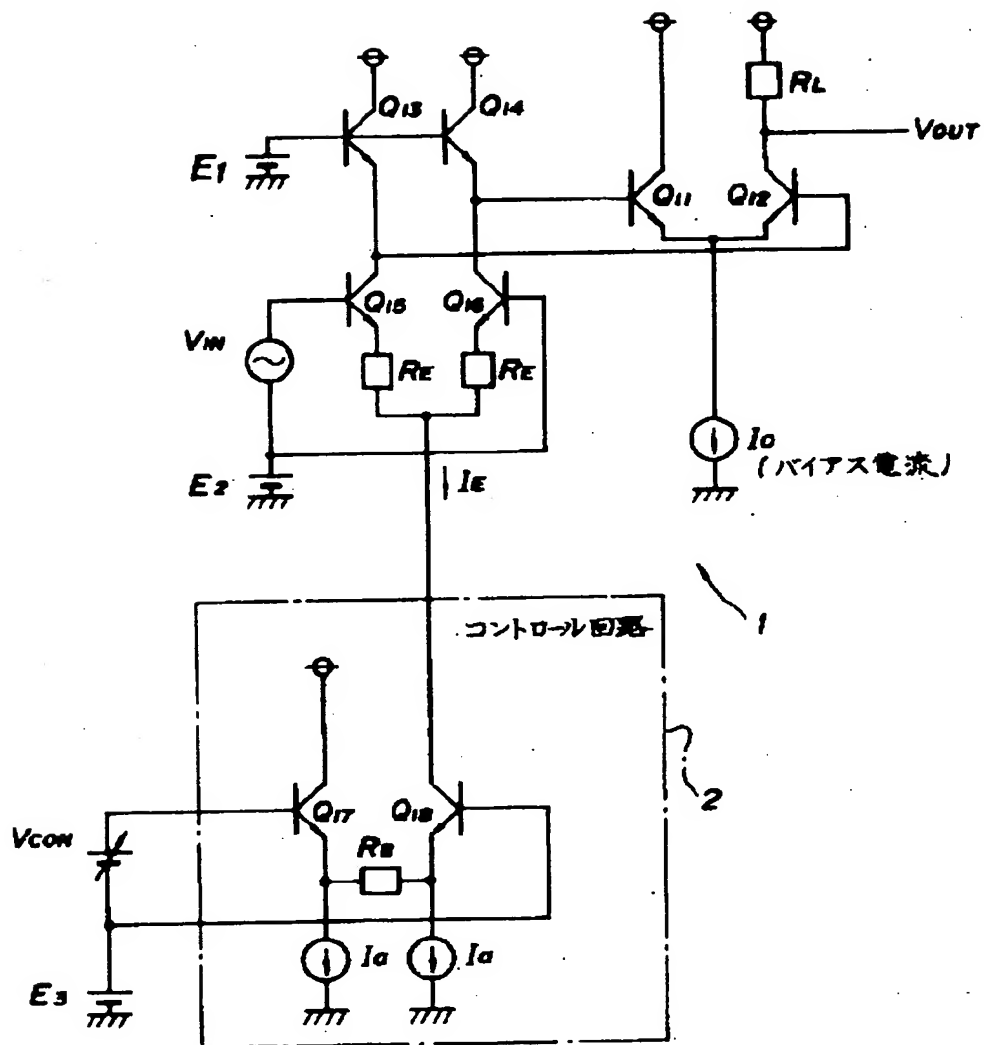
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

